

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-016755

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

G05B 23/02

G06T 7/00

G06T 3/00

(21)Apploation number : 07-187789

(71)Applicant : KITAKIYUUSHIYUU TEOHNO  
CENTER:KK  
TAKATA KOGYOSHO:KK

(22)Date of filing : 30.06.1995

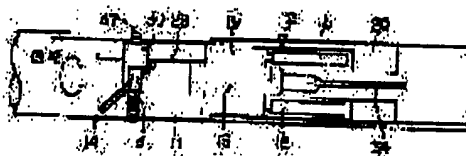
(72)Inventor : KUROSU KENJI  
ISHIKAWA SEIJI  
OTA MINORU  
KAJIWARA KENJI

## (54) IMAGE DEVICE FOR TUBE INSIDE INSPECTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an image device for tube inside inspection with which tubes can be observed over all the inner peripheries and further, the distortion of a provided image is reduced.

**CONSTITUTION:** This device is provided with a two-dimensional image sensor 13 to be inserted to the inside 11 of tubes, mirror 14 arranged obliquely in this image pickup direction, turning means 5 for the mirror 14, rotary encoder 16 for detecting the turning angle of that turning means, image memory for storing the image output o the two-dimensional image sensor 13, and controller for these parts. This controller is provided with a rotary distortion correcting means for correcting the rotary distortion of the image stored in the image memory, bending distortion correcting means for correcting the bending distortion of the image caused by image pickup, and image linkage processing means for linking forward and backward divided corrected images by detecting the overlapped part of forward and backward divided corrected images divided every specified angle, picked-up and corrected by the two-dimensional image sensor 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.10.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-16755

(43) 公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 1/00			G 0 6 F 15/64	3 2 0 Z
G 0 6 B 23/02	8 0 1	0990-3H	G 0 5 B 23/02	3 0 1 P
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/62	4 0 0
3/00			15/68	3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-187789

(22) 出願日 平成7年(1995)6月30日

(71) 出願人 591147351

株式会社北九州テクノセンター

福岡県北九州市戸畑区中原新町2番1号

(71) 出願人 000143455

株式会社高田工務所

福岡県北九州市八幡西区築地町1番1号

(72) 発明者 黒須 聖二

福岡県糸島市自由ヶ丘8丁目1番地10号

(72) 発明者 石川 聖二

福岡県北九州市八幡東区山路1丁目2番30号

(74) 代理人 弁理士 中前 富士男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管内検査用画像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 管の全内周にわたって観測でき、しかも、得られた画像に歪みが少ない管内検査用画像装置を提供する。

【構成】 管内11に挿入される二次元イメージセンサー13と、この撮像方向に傾斜して配置されるミラー14と、ミラー14の旋回手段15及びその旋回角度を検出するロータリエンコーダ16と、二次元イメージセンサー13の画像出力を記憶する画像メモリと、これらの制御装置とを有し、制御装置には、画像メモリに記憶された画像の回転歪みを補正する回転歪み補正手段と、撮像することに伴う画像の曲がり歪みを補正する曲がり歪み補正手段と、二次元イメージセンサー13で特定角度毎に分割して撮像されて補正された前後の分割補正画像の重複部分を検知して、前後の分割補正画像を連結する画像連結処理手段とを有する。

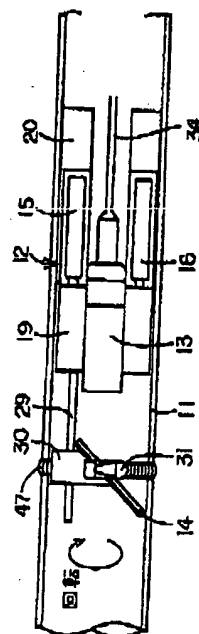


図1  
図2  
図3  
図4  
図5  
図6  
図7  
図8  
図9  
図10  
図11  
図12  
図13  
図14  
図15  
図16  
図17  
図18  
図19  
図20  
図21  
図22  
図23  
図24  
図25  
図26  
図27  
図28  
図29  
図30  
図31  
図32  
図33  
図34  
図35  
図36  
図37  
図38  
図39  
図40  
図41  
図42  
図43  
図44  
図45  
図46  
図47  
図48  
図49  
図50  
図51  
図52  
図53  
図54  
図55  
図56  
図57  
図58  
図59  
図60  
図61  
図62  
図63  
図64  
図65  
図66  
図67  
図68  
図69  
図70  
図71  
図72  
図73  
図74  
図75  
図76  
図77  
図78  
図79  
図80  
図81  
図82  
図83  
図84  
図85  
図86  
図87  
図88  
図89  
図90  
図91  
図92  
図93  
図94  
図95  
図96  
図97  
図98  
図99  
図100

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象物である管内に支持部材を介して挿入される二次元イメージセンサーと、該二次元イメージセンサーの撮像方向に傾斜して配置されるミラーと、該ミラーを前記二次元イメージセンサーの撮像光軸を中心に旋回させる旋回手段と、前記ミラーの旋回角度を検出するロータリエンコーダと、前記二次元イメージセンサーの画像出力をデジタル信号に変換して記憶する画像メモリと、前記ロータリエンコーダ及び前記画像メモリの出力を入力とし、前記旋回手段のモータに所定の信号を出力するコンピュータを含む制御装置とを有し、前記制御装置には、前記画像メモリから取り込まれた画像を前記ロータリエンコーダの出力に対応させて回転歪みを補正する回転歪み補正手段と、前記二次元イメージセンサーによって撮像することに伴う画像の曲がり歪みを補正する曲がり歪み補正手段と、前記二次元イメージセンサーで特定角度毎に分割して撮像され、しかも前記回転歪み補正手段及び前記曲がり歪み補正手段によって補正された前後の分割補正画像の重複部分を検知して、前後の分割補正画像を連結する画像連結処理手段とを有することを特徴とする管内検査用画像装置。

【請求項2】 前記制御装置には、前記画像の必要部分のみを切り出す切り出し手段が設けられている請求項1記載の管内検査用画像装置。

【請求項3】 前記二次元イメージセンサーの撮像光軸と前記ミラー回転軸心とは、前記管の軸心に一致している請求項1又は2記載の管内検査用画像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、熱交換器、給排水の配管等の内部を円周方向に撮像して、繋ぎ合わせて表示する管内検査用画像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 熱交換器、給排水等の配管は円周溶接によって接合する場合が殆どで、この溶接部分が不完全であると事故の原因となる。そこで、X線や超音波を使用した非破壊検査も行われているが、簡便な検査として溶接部の目視検査も行われており、配管の内側からの溶接部の外観検査も行われている。ところが、小径管の場合は目視が困難であるので、広角レンズを搭載した小型のテレビカメラや、ファイバースコープ等を管内に挿入して管内を観察することが行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、広角レンズ（特に、魚眼レンズ）を使用して管内を観察すると、画像の歪みが極めて大きく、これを修正しても画像が不鮮明になるという問題がある。また、ファイバースコープ等を用いて管内を観てディスプレイに表示しても内管全周を表示することは困難であり、仮に出来たと

しても画像の歪みが激しく、更にはこれを修正しても不鮮明であるという欠点がある。本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、管の全内周にわたって観測することができ、しかも、得られた画像に歪みが少ない管内検査用画像装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 前記目的に沿う請求項1記載の管内検査用画像装置は、検査対象物である管内に支持部材を介して挿入される二次元イメージセンサーと、該二次元イメージセンサーの撮像方向に傾斜して配置されるミラーと、該ミラーを前記二次元イメージセンサーの撮像光軸を中心に旋回させる旋回手段と、前記ミラーの旋回角度を検出するロータリエンコーダと、前記二次元イメージセンサーの画像出力をデジタル信号に変換して記憶する画像メモリと、前記ロータリエンコーダ及び前記画像メモリの出力を入力とし、前記旋回手段のモータに所定の信号を出力するコンピュータを含む制御装置とを有し、前記制御装置には、前記画像メモリから取り込まれた画像を前記ロータリエンコーダの出力に対応させて回転歪みを補正する回転歪み補正手段と、前記二次元イメージセンサーによって撮像することに伴う画像の曲がり歪みを補正する曲がり歪み補正手段と、前記二次元イメージセンサーで特定角度毎に分割して撮像され、しかも前記回転歪み補正手段及び前記曲がり歪み補正手段によって補正された前後の分割補正画像の重複部分を検知して、前後の分割補正画像を連結する画像連結処理手段とを有している。また、請求項2記載の管内検査用画像装置は、請求項1記載の装置において、前記制御装置には、前記画像の必要部分のみを切り出す切り出し手段が設けられている。そして、請求項3記載の管内検査用画像装置は、請求項1又は2記載の装置において、前記二次元イメージセンサーの撮像光軸と前記ミラー回転軸心とは、前記管の軸心に一致している。

【0005】

【作用】 請求項1～3記載の管内検査用画像装置においては、管内に設けた二次元イメージセンサーによって、管内周の分割画像を一部重複して撮像し、これらの分割画像をミラー回転に伴う回転歪みを回転歪み補正手段によって補正し、二次元イメージセンサーによって撮像することに伴う画像の歪みを曲がり歪み補正手段によって補正して、分割された正規画像を得ている。この分割された正規画像は、その一部を重複させるようにして撮像しているので、画像連結処理手段を用いて重複部分が一致するようにして連結して、一枚の画像を得れば、管の内周の展開画像となる。この場合、分割された画像は正規化されていると共にデジタル信号に変換されているので、その重複点を見つけるのは容易となる。特に、請求項2記載の管内検査用画像装置においては、画像の必要部分のみを切り出す切り出し手段が設けられているので、余分な情報を捨てることができ、更にはメモリ等の

節約ができる。そして、請求項3記載の管内検査用画像装置においては、二次元イメージセンサーの撮像光軸と前記ミラー回転軸心とは、前記管の軸心に一致しているので、取り込み画像の大きさが一致し、従って、分割した画像の重複部分の検知が容易となる。

【0006】

【実施例】続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。ここに、図1は本発明の一実施例に係る管内検査用画像装置の概略説明図、図2はCCDカメラ回りの説明図、図3は同フロー図、図4は実際に撮影した写真の合成図、図5は画像歪みの説明図である。

【0007】図1、図2に示すように、本発明の一実施例に係る管内検査用画像装置10は、検査対象物である管11内に支持部材12を介して挿入される二次元イメージセンサーの一例であるCCDカメラ13と、CCDカメラ13の撮像方向に配置されるミラー14と、ミラー14をCCDカメラ13の撮像光軸を中心に回転させる回転手段を構成するモータ15と、ミラー14の回転角度を検出するロータリエンコーダ16と、これらを制御するコンピュータを含む制御装置18とを有している。

【0008】前記支持部材12は、CCDカメラ13を内蔵する先側支持部材19と、先側支持部材19に一体的に連結される後側支持部材20とを有している。先側支持部材19は図示しない軸受を介して後側支持部材20に回転自由に装着され、モータ15によって回転駆動されるようになって、その回転角度はロータリエンコーダ16によって検出できるようになっている。前記先側支持部材19の先端には2本のロッド28が取り付けられ、このロッド29にミラー14が補助支持部材30を介して管11の軸心方向に対して45度の角度に傾斜して取り付けられ、CCDカメラ13によって管11の内壁を観察できるようになっている。このミラー14の側部には照明ランプ31が取り付けられ、CCDカメラ13の観察場所の照明を行うようになっている。

【0009】前記CCDカメラ13からの画像信号線34、モータ15及び照明ランプ31を駆動する動力線、及びロータリエンコーダ16からの信号線は後側支持部材20の内部を通して制御装置18に接続されている。

【0010】前記制御装置18は、図1に示すようにCCDカメラ13に接続されるカメラコントローラ37と、これに接続される画像メモリ38及びモニターテレビ39と、モータ15、ロータリエンコーダ16及び照明ランプ31に接続される補助機器コントローラ40と、これらに接続されるコンピュータ41及び出力プリンタ42を有している。

【0011】前記カメラコントローラ37は市販のもので、CCDカメラ13の画像を制御し、その出力画像を、256階調のデジタル信号に変換して画像メモリ3

8に伝えている。なお、この画像メモリ38はコンピュータ41内に格納されている。前記補助機器コントローラ40はインターフェイスボード43を介してコンピュータ41と連結され、コンピュータ41の命令を受けてモータ15を所定角度回転させ、回転したミラー14の角度をロータリエンコーダ16が読み取って、デジタル信号に変換し、コンピュータ41に送っている。また、CCDカメラ13が作動する場合には、照明ランプ31を点灯させて管11内の照明を行っている。

【0012】前記コンピュータ41は汎用型のコンピュータで内部にCPU、これに接続されるRAM、ROM、必要なインターフェイス、外部接続されるキーボード44及びディスプレイ45を有し、更に画像の各補正を行うプログラムが格納されたデータ処理ボード46を備えている。

【0013】続いて、この管内検査用画像装置10の動作について説明すると、この実施例においては、管11の溶接部47の裏面ビードを撮影した例を示している。その概略方法は、管11内を12等分して、その端部が一部重複した写真を撮影し、撮影した写真データをデジタル処理してコンピュータ41に送り、まずミラー14が回転することに伴う回転歪みを回転歪み補正手段によって補正し、次に、CCDカメラ13のレンズ及び撮像対象物が円弧状であることに伴う曲がり歪みを曲がり歪み補正手段によって修正して、溶接部47を12等分して、その端部がそれぞれ一部重複した写真データを作成し、一部重複した部分を重合させて隣合う前後の写真を画像連結処理手段によって連結して、円周方向に連続したパノラマ状の合成写真を作成している。ここで、前記回転歪み補正手段、曲がり歪み補正手段及び画像連結手段はそれぞれ独立では周知の技術であって、これらのプログラムがデータ処理ボード46に格納されている。以下、図3に示すフロー図に基づいてその動作を説明する。

【0014】まず、モータ15が特定位置にあって、ミラー14が原点位置にあることをロータリエンコーダ16又は別に設けたセンサーによって確認し、ミラー14が正規位置にない場合にはモータ15を特定方向に駆動してミラー14を原点位置に合わせる（ステップS1）。なお、実際にミラー14が停止している位置を原点位置とすることも可能である。

【0015】次に、照明ランプ31を点灯し、ミラー14を介してCCDカメラ13によつて管11の溶接部47の写真を撮影する。この場合、一つの画像の範囲には、管11の長さ方向に対して溶接部47を完全に含む。また、前述のように内周を12等分すると、30度になるが重複分の10度を加えた40度視角の画像データがカメラコントローラ37に伝送されて、デジタル変換され、コンピュータ41に取り込んで画像メモリ38に格納される（ステップS2）。

【0016】画像メモリ38に格納された画像データは、ミラー14の回転角度に応じて、画像が回転して取り込まれる。従って、ミラー14が原点にある場合を除き、取り込んだ画像を回転させて、正立画像とする（ステップS3）。この変換はロータリエンコーダ16によって検出される回転角度に応じて、座標変換することによって簡単に得られる。

【0017】前記正立画像には、CCDカメラ13のレンズの性質に伴う曲がり歪みが発生する。この曲がり歪みは、図5に示すように、(A)を歪みの無い画像とすると、(B)のように糸巻型歪みや、(C)に示すように樽型歪みがあるが、(A)に示す画像を撮像して、モニターテレビ39に表示すると直ちに分かるので、その度合いを測定して補正する。また、管11の内周は円弧面となっているので、これに伴う画像の歪みが発生する。この歪みも計算あるいは測定することによって分かるので、これを総合的に考慮した正立画像の周知手段である曲がり歪み補正（複合歪み補正）を行う（ステップS4）。

【0018】次に、画像の中央部分、即ち溶接部47を完全に含む画像を切り出し手段によって切り出す（ステップS5）。これは次の工程で画像の合成を行うが、不要な部分があるとデータの処理量が増加するからである。そして、画像の左右を反転して画像合成を行うが、前後の画像の一部を除々に重複させながら、比較する各画素の輝度の差が最小となる位置を重複位置としてもよい（ステップS6）。なお、この処理はミラー14が原点位置にある最初の工程では省略され、ミラー14が30×n（n=1～12）度の位置で、前画像と次の画像との重複部分を検知し、前後の画像を重複させて繋ぎ、これを順次メモリに格納することになる。

【0019】次に、一周分（即ち、360度）を終了したか否かを判断して（ステップS7）、終了していない場合には、モータ15によってミラー14を30度回転させて（ステップS8）、再度画像の取り込みを行い、この処理を繰り返して12枚の画面によって合成される円周写真を合成する。この写真を出力プリンタ42によって出力したものを図4に示すが、a～1の12枚の写真が連続的に接合され、溶接部47が目視によって検査できる。

【0020】なお、前記実施例においては、管11の中心にCCDカメラ13を配置し、ミラー14を管11の中心を軸心として回転させて、常時同じ条件の画像を得るようにしているが、大型の管においてはCCDカメラ13やミラー14を管の軸心に配置することは困難であ

る。この場合は、測定しようとする画像の中心位置までの距離を別のセンサーによって測定して、その距離比に応じた倍率でCCDカメラの画像を拡張して、同一条件の画像を得て、更に補正を行って正規画像を合成し、その重複部分を利用して画像合成することも可能である。

【0021】

【発明の効果】請求項1～9記載の管内検査用画像装置においては、管の内部を360度にわたって自動的に連続的な画像を得ることが可能となった。従って、配管や熱交換器の内部の溶接部等を撮像して目視による検査が行えることになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る管内検査用画像装置の概略説明図である。

【図2】CCDカメラ回りの説明図である。

【図3】同フロー図である。

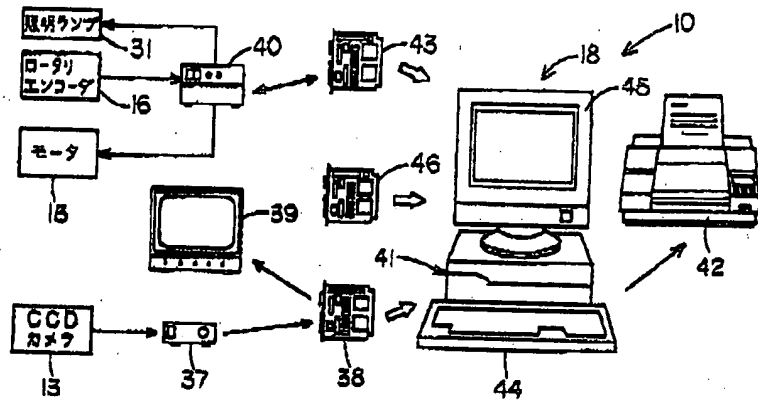
【図4】実際に撮影した写真の合成図である。

【図5】画像歪みの説明図である。

【符号の説明】

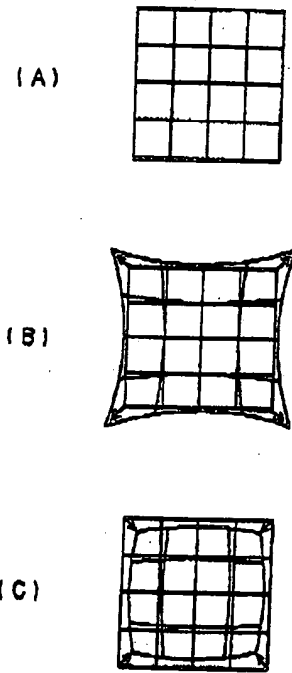
- |    |             |
|----|-------------|
| 10 | 管内検査用画像装置   |
| 11 | 管           |
| 12 | 支持部材        |
| 13 | CCDカメラ      |
| 14 | ミラー         |
| 15 | モータ         |
| 16 | ロータリエンコーダ   |
| 18 | 制御装置        |
| 19 | 先側支持部材      |
| 20 | 後側支持部材      |
| 29 | ロッド         |
| 30 | 補助支持部材      |
| 31 | 照明ランプ       |
| 34 | 画像信号線       |
| 37 | カメラコントローラ   |
| 38 | 画像メモリ       |
| 39 | モニターテレビ     |
| 40 | 補助機器コントローラ  |
| 41 | コンピュータ      |
| 42 | 出力プリンタ      |
| 43 | インターフェイスボード |
| 44 | キーボード       |
| 45 | ディスプレイ      |
| 46 | データ処理ボード    |
| 47 | 溶接部         |

【図1】

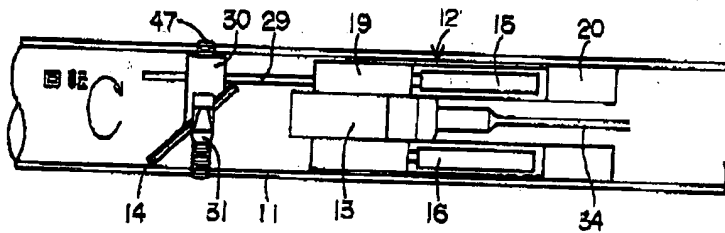


10: 管内検出用画像装置  
11: CCDカメラ  
12: 回転エンコーダ  
13: モータ  
14: 回転エンコーダ  
15: 回転エンコーダ  
16: 回転エンコーダ  
17: 回転エンコーダ  
18: 画像表示  
19: コンピュータ

【図5】

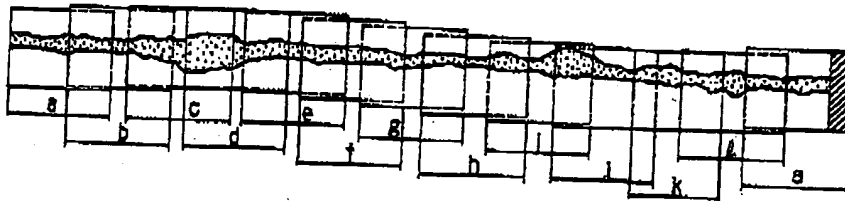


【図2】

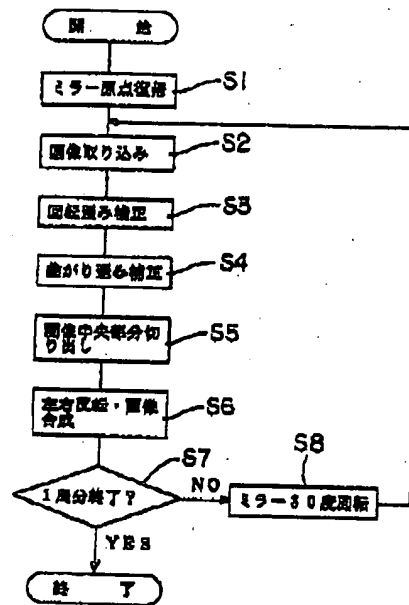


11: 管  
12: 検出用画像装置  
13: CCDカメラ  
14: 回転エンコーダ  
15: 回転エンコーダ  
16: 回転エンコーダ

【図4】



【図3】




---

フロントページの続き

(72)発明者 太田 稔

福岡県北九州市八幡西区築地町1番1号  
株式会社高田工業所内

(72)発明者 梶原 寛司

福岡県北九州市八幡西区築地町1番1号  
株式会社高田工業所内